

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001121285  
PUBLICATION DATE : 08-05-01

APPLICATION DATE : 25-10-99  
APPLICATION NUMBER : 11301860

APPLICANT : SUMITOMO METAL MINING CO LTD;

INVENTOR : SHIMIZU JUICHI;

INT.CL. : B23K 35/26 B23K 35/28 H01L 21/52

TITLE : SOLDER ALLOY FOR DIE BONDING

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To produce a Pb-free solder alloy suitable, for the die bonding of a semiconductor element or the like.

SOLUTION: This solder alloy contains, by weight, 25 to 80% Sn, and the balance Zn with inevitable impurities. The alloy moreover contains 25 to 80% Sn and one or more kinds among Ge, Ag, Cu and In by 0.1 to 6% in total, and the balance Zn with inevitable impurities.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The solder alloy for die bondings characterized by the remainder consisting of Zn and an unescapable impurity, including Sn 25 to 80% of the weight.

[Claim 2] The solder alloy for die bondings characterized by including one or more sorts of germanium, Ag, Cu, and In 0.1 to 6% of the weight in total further, including Sn 25 to 80% of the weight, and the remainder consisting of Zn and an unescapable impurity.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the solder alloy which does not contain Pb used by the die bonding of a semiconductor device etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] The solder used for this application although solder is used for the die bonding of semiconductor devices, such as a power transistor, is being able to join the semiconductor device which gave 1 metallizing on the leadframe which galvanized.

2) Miss efficiently the heat generated from a semiconductor device to a leadframe.

3) Fault should not occur in the wirebonding process or resin mold process following die bonding.

4) Fault should not occur in the solder melting process at the time of mounting the composed semiconductor device to a wiring substrate.

5) Junction between a semiconductor device and a leadframe should not deteriorate under the environment where a semiconductor device is used.

It is necessary to provide the property of \*\*. Therefore, conventionally it had the melting point of about 300 degrees C, and Pb system solder with which melting does not happen at all at the process after die bonding has been used. Pb-5%Sn solder is the typical alloy.

[0003] However, the motion which restricts use of Pb from the consideration to environmental pollution in recent years is becoming strong. Corresponding to such a motion, the solder which does not contain Pb has been called for also in the field of the solder alloy for die bondings of a semiconductor device.

[0004] However, what has the melting point near 300 degree C like an Au-20%Sn alloy among the alloys which do not contain Pb will give a damage to a semiconductor device, in case a degree of hardness is too high and joins a semiconductor device to a leadframe. Moreover, what has a suitable degree of hardness like an Sn-3.5%Ag alloy has the too low melting point, poor wire junction occurs at a wirebonding process, or fault -- the dependability of junction between a semiconductor device/leadframe is spoiled at the solder melting process at the time of mount a semiconductor device in a wiring substrate -- occurs, and what is satisfied with the alloy which does not contain Pb of the above-mentioned demand characteristics is not yet found out.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention is to offer the solder alloy which does not contain suitable Pb to use for the die bonding of a semiconductor device etc. in view of the starting point.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the solder alloy of this invention is characterized by the remainder consisting of Zn and an unescapable impurity, including Sn 25 to 80% of the weight (weight % only describes it as % hereafter).

[0007] Furthermore, including Sn 25 to 80%, one or more sorts of germanium, Ag, Cu, and In are included 0.1 to 6% in total, and it is characterized by the remainder consisting of Zn and an unescapable

impurity.

[0008]

[Embodiment of the Invention] The detail of the configuration of this invention is explained below.

[0009] The 1st invention regulates the density range of Zn and Sn so that a degree of hardness and the melting point may become suitable as a solder alloy for die bondings. Making Sn into 25 - 80% because fault, like a semiconductor device can be broken at the time of die bonding was generated at less than 25%, since a degree of hardness and the melting point were high, it is because the fault resulting from the melting point becoming low too much and solder fusing at the process after die bonding will occur if 80% is exceeded conversely.

[0010] Although the solidus-line temperature of the alloy of this invention is near 198 degree C and some solder fuses in the process after die bonding, by take Sn concentration in the suitable range, the rate to fuse can be stop low and the description of this invention is in the point that generating of fault is control.

[0011] In addition, when using the alloy of this invention, it is desirable to make wirebonding temperature into 200 degrees C or less.

[0012] It is the element which has the effectiveness of the 2nd invention adding germanium, Ag, Cu, and In further to the 1st invention, and germanium, Ag, Cu, and In raising the wettability of solder, and carrying out junction of a semiconductor device and a leadframe to stability more. One or more sorts of germanium, Ag, Cu, and In were made into 0.1 - 6% in total because the fault into which a solder degree of hardness becomes high and a semiconductor device is divided at the time of die bonding would occur or the fault resulting from the melting point becoming low too much and solder fusing at the process after die bonding will come to have occurred, if it was because below the predetermined concentration of the wettability improvement effectiveness is inadequate and predetermined concentration was exceeded conversely.

[0013]

[Example] The alloy of the presentation shown in Table 1 using Zn, Sn, germanium, Ag, Cu, and In of 99.9% or more of purity was ingoted with the atmospheric-air fusion furnace. By cold-rolling, the obtained ingot considered as the plate of 0.1mm thickness, and obtained the sample by starting the wafer of 4mm angle from there.

[0014] Evaluation of the obtained sample was performed as follows.

[0015] About die bonding nature, it investigated whether it would be [ that die bonding of the dummy chip of 5mm angle which gave Au vacuum evaporatio as a semiconductor device is carried out, and there are no faults, such as a miscarriage and a crack, ] joinable to the leadframe which performed Ag plating using a solder die bonder (EDBmade from dage- 200).

[0016] About whether a wirebonding process is performed normally, it investigated using a commercial gold streak and a commercial ball bonder (FBmade from KAIJO- 118) by carrying out a wirebonding trial after die bonding between the vacuum evaporatio aluminum side on a dummy chip, and Ag plating side of a leadframe. The wirebonding trial was performed at the stage temperature of 200 degrees C, and the case where a wire was joined was estimated as good and it was estimated that the case where it is not joined was poor.

[0017] It investigated by carrying out a resin mold trial about the sample after die bonding, using a commercial epoxy resin (EME[ by Sumitomo Bakelite Co., Ltd. ]- 6300), and a transfer mold mold machine about whether a resin mold process is performed normally. The resin mold trial was performed with the die temperature of 180 degrees C.

[0018] About whether a semiconductor device is normally usable after the solder melting process at the time of mounting a semiconductor device in a wiring substrate, 270-degree-C heat test for 10 seconds was performed to the sample after resin mold.

[0019] moreover -- whether to be normally usable in the environment where a semiconductor device is used -50 degrees C / heat cycle test of 150-degree-C 1000 cycle, and the constant temperature of temperature humidity 80% 1000-hour maintenance of 80 degrees C -- it investigated by performing a constant humidity trial.

[0020] About the sample after each trial after a resin mold process, a sample appearance and resin were opened, internal observation was performed, solder oozed out, it investigated whether there would be any faults, such as void generating of the soldered joint section, and a dummy chip, resin, crack generating of the soldered joint section, and it was estimated that the case where good and at least one fault are observed in the case where the above-mentioned fault is not observed at all was poor.

[0021] The result of the above-mentioned evaluation was shown in Table 1. In each processes including die bonding, it turns out that the solder alloy by this invention is usable, without generating fault so that clearly from Table 1.

[0022]

Table 1

	半田組成 分析 (重量%, 残: Zn)		タ ン グ 性	ワ ン グ 性	樹 脂 モ ー ト 性	加 熱 性 質	温 度 耐 性 試 験	恒 温 恒 湿 試 験
	Sn	その他元素						
実施例1	26	—	良	良	良	良	良	良
実施例2	35	—	良	良	良	良	良	良
実施例3	50	—	良	良	良	良	良	良
実施例4	60	—	良	良	良	良	良	良
実施例5	70	—	良	良	良	良	良	良
実施例6	80	—	良	良	良	良	良	良
実施例7	26	Ge0.1	良	良	良	良	良	良
実施例8	35	In1.0	良	良	良	良	良	良
実施例9	50	Ge1.0	良	良	良	良	良	良
実施例10	60	Cu1.0	良	良	良	良	良	良
実施例11	70	Ag3.5	良	良	良	良	良	良
実施例12	80	Ag3.5 Cu2.5	良	良	良	良	良	良
比較例1	20	—	不良 (割れ)	良	良	良	不良 (割れ)	良
比較例2	85	—	良	不良	良	不良 (染み)	良	良
比較例3	40	Cu7.0	不良 (割れ)	良	良	良	不良 (割れ)	良
比較例4	60	In7.0	良	不良	良	不良 (染み)	良	良
比較例5	Sn-3.5%Ag合金		良	不良	良	不良 (染み)	良	良
比較例6	Au-20%Sn合金		不良 (割れ)	良	良	良	不良 (割れ)	良

(注) 不良(割れ)は素子割れ発生のため不良であること、不良(染み)は半田染み出しの発生のために不良であることを示す。

[0023]

[Effect of the Invention] As mentioned above, the suitable solder alloy which does not contain Pb to use by the assembly of electronic parts etc. can be offered by this invention so that clearly.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-121285  
(P2001-121285A)

(43) 公開日 平成13年5月8日 (2001.5.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	キーワード (参考)
B 2 3 K 35/26	3 1 0	B 2 3 K 35/26	3 1 0 A 5 F 0 4 7
35/28	3 1 0	35/28	3 1 0 D
H 0 1 L 21/52		H 0 1 L 21/52	E

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 3 頁)

(21) 出願番号 特願平11-301860  
(22) 出願日 平成11年10月25日 (1999.10.25)

(71) 出願人 000183303  
住友金属鉱山株式会社  
東京都港区新橋5丁目11番3号  
(72) 発明者 清水 寿一  
東京都青梅市末広町1丁目6番1号 住友  
金属鉱山株式会社電子事業本部内  
Fターム (参考) 5F047 AA11 AB10 BA06 BA19 BA52  
BA53 BB05

(54) 【発明の名称】 ダイボンディング用半田合金

(57) 【要約】

【課題】 半導体素子のダイボンディング等に用いるのに好適なPbを含まない半田合金を提供する。

【解決手段】 本発明の半田合金は、Snを25～80重量%含み、残部がZn及び不可避不純物からなる。また、更には、25～80重量%のSnと、Ge、Ag、Cu、Inの1種以上を合計で0.1～6重量%含み、残部がZn及び不可避不純物からなる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Snを25～80重量%含み、残部がZn及び不可避不純物からなることを特徴とするダイボンディング用半田合金。

【請求項2】 Snを25～80重量%含み、さらにGe、Ag、Cu、Inの1種以上を合計で0.1～6重量%含み、残部がZn及び不可避不純物からなることを特徴とするダイボンディング用半田合金。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体素子のダイボンディング等で用いられるPbを含まない半田合金に関する。

## 【0002】

【従来の技術】パワートランジスタ等の半導体素子のダイボンディングには半田が用いられているが、この用途に使用される半田は、

- 1) メタライズを施した半導体素子を、めっきを施したリードフレーム上に接合可能なこと。
- 2) 半導体素子から発生する熱を効率よくリードフレームへ逃がせること。
- 3) ダイボンディングに続くワイヤボンディング工程や樹脂モールド工程において不具合が発生しないこと。
- 4) 組上がった半導体デバイスを配線基板へ実装する際の半田熔融工程において不具合が発生しないこと。
- 5) 半導体デバイスが使用される環境下で半導体素子とリードフレーム間の接合が劣化しないこと。

等の特性を具備している必要がある。そのため従来は、300℃程度の融点を有し、ダイボンディング以降の工程で全く熔融が起らないPb系半田が用いられてきた。Pb-5%Sn半田は、その代表的な合金である。

【0003】しかしながら、近年環境汚染に対する配慮から、Pbの使用を制限する動きが強くなってきた。こうした動きに対応して、半導体素子のダイボンディング用半田合金の分野においても、Pbを含まない半田が求められてきている。

【0004】ところが、Pbを含まない合金の内、Au-20%Sn合金のように300℃付近の融点を有するものは、硬度が高過ぎて半導体素子をリードフレームに接合する際に半導体素子にダメージを与えてしまうのである。また、Sn-3.5%Ag合金のように好適な硬度を有するものは融点が低過ぎて、ワイヤボンディング工程でワイヤ接合不良が発生したり、半導体デバイスを配線基板に実装する際の半田熔融工程で半導体素子/リードフレーム間の接合の信頼性が損なわれる等の不具合が発生してしまい、Pbを含まない合金で上記要求特性を満足するようなものは未だ見出されていない。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、係る点に鑑み、半導体素子のダイボンディング等に用いるの

に好適なPbを含まない半田合金を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の半田合金は、Snを25～80重量%（以下、重量%は単に%と記す）含み、残部がZn及び不可避不純物からなることを特徴とするものである。

【0007】また、更には、Snを25～80%含み、Ge、Ag、Cu、Inの1種以上を合計で0.1～6%含み、残部がZn及び不可避不純物からなることを特徴とするものである。

## 【0008】

【発明の実施の形態】以下に本発明の構成の詳細について説明する。

【0009】第1の発明は、硬度と融点がダイボンディング用の半田合金として好適になるようにZnとSnの濃度範囲を規制したものである。Snを25～80%としたのは、25%未満では硬度と融点が高いためにダイボンディング時に半導体素子が割れる等の不具合が発生するからであり、逆に80%を越えると融点が低くなりすぎてダイボンディング以降の工程で半田が熔融することに起因した不具合が発生するからである。

【0010】本発明の合金の固相線温度は198℃付近にあり、ダイボンディング以降の工程において半田の一部が熔融するが、Sn濃度を適当な範囲にとることによって、熔融する割合を低く抑えることができ、不具合の発生が抑制される点に本発明の特徴がある。

【0011】なお、本発明の合金を用いる場合は、ワイヤボンディング温度を200℃以下にするのが望ましい。

【0012】第2の発明は、第1の発明にさらにGe、Ag、Cu、Inを添加したものであり、Ge、Ag、Cu、Inは、半田の濡れ性を向上させて半導体素子とリードフレームの接合をより安定に行う効果を有する元素である。Ge、Ag、Cu、Inの1種以上を合計で0.1～6%としたのは、所定濃度以下では濡れ性の向上効果が不十分だからであり、逆に所定濃度を越えると半田硬度が高くなってダイボンディング時に半導体素子が割れる不具合が発生したり、融点が低くなりすぎてダイボンディング以降の工程で半田が熔融することに起因した不具合が発生するようになるからである。

## 【0013】

【実施例】純度99.9%以上のZn、Sn、Ge、Ag、Cu、Inを用いて表1に示す組成の合金を大気溶解炉により溶製した。得られた鋳塊は冷間圧延を施すことにより0.1mm厚の板材とし、そこから4mm角の小片を切り出すことにより試料を得た。

【0014】得られた試料の評価は、以下のように行った。

【0015】ダイボンディング性については、半田ダイ

ボンダー（dag社製EDB-200）を用い、Agめっきを施したリードフレームへ、半導体素子としてAu蒸着を施した5mm角のダミーチップをダイボンディングし、不着や割れといった不具合無く接合可能かどうかを調査した。

【0016】ワイヤボンディング工程が正常に行われるかどうかについては、市販の金線とボールボンダー（KAIJO製FB-118）を用い、ダイボンディング後にダミーチップ上の蒸着Al面とリードフレームのAgめっき面の間でワイヤボンディング試験を実施することにより調査した。ワイヤボンディング試験は、ステージ温度200℃で行ない、ワイヤが接合された場合を良、接合されない場合を不良と評価した。

【0017】樹脂モールド工程が正常に行われるかどうかについては、市販のエポキシ樹脂（住友ベークライト社製EME-6300）とトランスファーモールド型モールド機を用い、ダイボンディング後の試料について樹脂モールド試験を実施することにより調査した。樹脂モールド試験は金型温度180℃で行った。

【0018】半導体デバイスを配線基板に実装する際の半田溶融工程後に半導体素子が正常に使用可能かどうか

については、樹脂モールド後の試料に対して270℃10秒の加熱試験を行った。

【0019】また、半導体素子が使用される環境において正常に使用可能かどうかについては、-50℃/150℃1000サイクルの温度サイクル試験、及び温度80℃湿度80%1000時間保持の恒温恒湿試験を施すことにより調査した。

【0020】樹脂モールド工程以降の各試験後の試料については、試料外觀及び樹脂を開封して内部観察を行い、半田の染み出し、半田接合部のボイド発生、ダミーチップや樹脂や半田接合部の割れ発生等の不具合が無いかどうかの調査を行い、上記不具合が全く観察されなかった場合を良、不具合がいずれか1つでも観察された場合を不良と評価した。

【0021】表1に上記評価の結果を示した。表1から明らかなように、本発明による半田合金は、ダイボンディングを始めとする各工程において、不具合を発生させることなく使用可能であることがわかる。

【0022】

【表1】

	半田組成 分析（重量%、残：Zn）		ダイボン ディング性	ワイヤボ ンディング性	樹脂モ ールド性	加熱試験	温度変化 試験	恒温恒湿 試験
	Sn	その他元素						
実施例1	26	—	良	良	良	良	良	良
実施例2	35	—	良	良	良	良	良	良
実施例3	50	—	良	良	良	良	良	良
実施例4	60	—	良	良	良	良	良	良
実施例5	70	—	良	良	良	良	良	良
実施例6	80	—	良	良	良	良	良	良
実施例7	26	Ge0.1	良	良	良	良	良	良
実施例8	35	In1.0	良	良	良	良	良	良
実施例9	50	Ge1.0	良	良	良	良	良	良
実施例10	60	Cu1.0	良	良	良	良	良	良
実施例11	70	Ag3.5	良	良	良	良	良	良
実施例12	80	Ag3.5 Cu2.5	良	良	良	良	良	良
比較例1	20	—	不良 (割れ)	良	良	良	不良 (割れ)	良
比較例2	85	—	良	不良	良	不良 (染み)	良	良
比較例3	40	Cu7.0	不良 (割れ)	良	良	良	不良 (割れ)	良
比較例4	60	In7.0	良	不良	良	不良 (染み)	良	良
比較例5	Sn-3.5%Ag合金		良	不良	良	不良 (染み)	良	良
比較例6	Au-20%Sn合金		不良 (割れ)	良	良	良	不良 (割れ)	良

（注）不良（割れ）は素子割れ発生のため不良であること、不良（染み）は半田染み出しの発生のために不良であることを示す。

【0023】

【発明の効果】以上から明らかなように、本発明によ

り、電子部品の組立等で用いるのに好適な、Pbを含まない半田合金を提供することができる。